

Г. М. ПИКАЛОВА

ПОБЕГООБРАЗОВАНИЕ И ДИНАМИКА ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛУГОВЫХ РАСТЕНИЙ НА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ЗОЛЕ

Рост энергетических мощностей идет в настоящее время главным образом за счет строительства тепловых электростанций. Работают они, как правило, на дешевых низкосортных, высокосольных каменных углях. Поэтому в короткий срок вокруг каждой электростанции образуются обширные поля золы — золоотвалы. Зола загрязняет атмосферу, воду и почву пылью. Поэтому приходится принимать решительные меры, чтобы ликвидировать их вредное воздействие.

Один из способов консервации поверхности пылящих пространств — выращивание на них многолетних растений — травянистых и древесных. Однако агрохимические свойства каменноугольной золы неблагоприятны для развития растений. В золе полностью отсутствуют органические вещества, нет азота, мало зольных элементов питания, высока водопроницаемость. Не все виды культурных растений могут выдерживать такие условия. Те из них, которые приспособляются к новой среде существования, изменяют темп роста и развития.

Одним из основных процессов в жизни растений является кущение. Нами проведено изучение особенностей побегообразования и динамики листовой поверхности кустра безостого, регнерии волокнистой и люцерны синегибридной, выращиваемых на золе каменного угля.

Опыты проводились в течение 5 лет на золоотвале Березниковской ТЭЦ № 4 на чистой золе, на золе, покрытой слоем торфа в 3—4 см, на золе с торфом и NPK и на золе с NPK. Контролем служили растения, выращенные на почве в г. Березники. Схема опыта описана нами ранее (Власова, 1964 а, б).

Динамика количества побегов учитывалась у 40 растений, отмеченных алюминиевыми кольцами. Площадь живых листовых пластинок подсчитывалась по параметрам листа с применением поправочного коэффициента по формуле: $S = a \cdot b \cdot k$, где a — длина листа; b — ширина листа; k — поправочный коэффициент. $K = \frac{S}{S_1}$, где S —

площадь прямоугольника (длина листа \times ширину листа), S_1 — истинная площадь листа, определенная по его весу. Измерение площади листовой поверхности, образующейся на единицу поверхности субстрата, проводилось по методике Л. Н. Алексеенко (1959, 1965) с предварительным определением площади 1 г листьев.

Кушение имеет большое значение в жизни луговых растений. Как отмечает Т. Н. Суворова (1959), кушение — это часть единого процесса побегообразования, и состоит оно из трех взаимосвязанных друг с другом процессов: 1) роста и развития побега; 2) роста и развития его боковых пазушных побегов следующего порядка и 3) укоренения развивающихся боковых побегов. В. Р. Вильямс (1931) разделил многолетние злаки по характеру развития вегетативных побегов на три типа: длиннокорневищные, рыхлокустовые и плотнокустовые. А. М. Дмитриев (1948) выделил в самостоятельный тип корневищно-рыхлокустовые злаки. Процесс кушения луговых растений рассматривался также в работах Р. Ю. Рожевиц (1937), А. П. Шенникова (1941), С. П. Смелова (1947, 1951, 1966), И. В. Ларина (1964), В. Ф. Корякиной (1951, 1964), И. Г. Серебрякова (1952), И. К. Киршина (1958), П. В. Лебедева (1957, 1959, 1960, 1966), Т. И. Серебряковой (1960, 1962, 1964) и других. Такое внимание к процессу кушения луговых растений не случайно. Кушение определяет продуктивность растений и их жизнестойкость, дает возможность предположить, какой ожидать урожай и как долго можно будет использовать травостой в качестве кормового угодья. Кушение способствует и более полному использованию питательных веществ почвы, так как каждый вновь образующийся побег развивает и свою корневую систему.

Изучение особенностей кушения костра безостого, регнерии волокнистой и люцерны синегибридной в разные годы жизни на каменноугольной золе с различными покрытиями позволит установить, какие виды в этих условиях кустятся с наименьшими отклонениями от нормы, что даст возможность определить наиболее перспективные для озеленения золоотвалов виды растений.

Как отмечает Т. И. Серебрякова (1962), «отличительной чертой злаков является не вообще способность к кушению, а способность к наиболее обильному и раннему кушению». По данным С. П. Смелова (1951), Т. Н. Суворовой (1959) и других, злаки начинают куститься в фазе 3 листьев. Интенсивность кушения изученных нами растений в разные годы жизни различна. Т. И. Серебрякова (1964) отмечает у костра безостого первого года жизни формирование главного побега и боковых экстравагинальных побегов второго порядка. Основным типом побегов в год посева являются вегетативные (Маркова, 1955), но при благоприятных условиях выращивания наблюдается единичное колошение растений в первый год жизни (Смирнов, 1945; Косенко, 1954; Степанов, 1958; Овеснов, 1959; Корякина, 1964 и другие). Количество побегов, образующихся у одного растения костра безостого в год посева, различно и колеблется от 2—3 до 40 (Киршин, 1958; Соловьева, 1958; Лебедев

и Углов, 1961). В. М. Понятовская (1942) на второй год жизни в кусте костра безостого насчитывала до 561 побега. По данным З. Н. Жеребиной (1930—1931), общее количество побегов на растение к концу второго года его жизни колебалось от 150 до 600. В кусте костра безостого третьего года жизни в среднем образовывалось до 51 побега, с колебаниями от 20 до 126. П. В. Лебедев и Н. П. Углов (1961) сообщают, что отдельные растения третьего года жизни имели до 436 побегов. Увеличение количества побегов у длиннокорневищных злаков идет до четвертого-пятого года жизни включительно (Лебедев, Мельник, Боровская, 1963).

Литературные данные о количестве побегов, образующихся у одного растения регнерии волокнистой, также разноречивы. М. А. Соболева (1958) и А. М. Овеснов (1959) при сплошном посеве в среднем на одно растение насчитывали по 15—20 побегов, а при редком стоянии растений — до 40—50 побегов. Более высокую интенсивность кушения регнерии отмечает М. С. Арефьева (1958), по данным которой в кусте регнерии может быть от 60 до 140 побегов. По сообщениям П. В. Лебедева, Н. С. Мельник, Т. А. Боровской (1963), в первый год жизни у регнерии образуется 8—10 побегов, в последующие 2—3 года их количество возрастает. Н. П. Виноградов и С. В. Голицын (1953), Р. Я. Пленник (1954) указывают, что растения 2-го года жизни имели до 212 побегов в кусте.

Кушение растений костра безостого и регнерии волокнистой на каменноугольной золе проходило следующим образом.

В первый год жизни растения костра безостого, высеянные на золе с торфяным покрытием и на золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением, к кушению не перешли, образовав за вегетационный период только осевой побег, в то время как контрольные растения через месяц после всходов начали куститься. То же самое произошло и с растениями регнерии волокнистой.

Не было интенсивного кушения у костра безостого и в последующие годы. Всего за вегетационный период в среднем на растении развилось по 2—3 побега. Некоторое увеличение интенсивности кушения произошло на 4—5-й год жизни костра безостого (7,6 и 7,0 побегов на одно растение соответственно по годам жизни), что объясняется улучшением питания растений за счет минерализации торфа. В целом же кушение костра безостого во все годы наблюдений было крайне слабым.

Кушение регнерии волокнистой на золе с торфяным покрытием проходило более энергично, чем костра безостого. Так, у растений второго года жизни в период плодоношения насчитывалось в среднем по 10 побегов, т. е. в 5 раз больше, чем у костра безостого. Максимальное число побегов равнялось 16. В последующие годы жизни также отмечалась повышенная, против костра безостого, энергия кушения. Если у регнерии волокнистой 3-го года жизни в период плодоношения наибольшее количество побегов равнялось 10, то у костра безостого все фиксированные растения имели только по одному побегу. Максимальное число побегов в фазе плодоноше-

ния у регнерии волокнистой было в 8,5 раза больше, чем у костра безостого. У растений 4-го года жизни за период весеннего кушения образовалось в среднем на одно растение до 6 побегов. Затем побегообразование прекратилось и начавшееся отмирание побегов привело к снижению среднего их количества на одно растение. Через месяц после начала цветения побегообразование возобновилось, и ко времени последнего подсчета побегов (10 сентября) среднее количество их на одно растение равнялось 8, при максимальном значении, равном 18.

Большой была разница в интенсивности кушения растений костра безостого и регнерии волокнистой и на 5-й год жизни, когда в период плодоношения среднее количество побегов у регнерии оказалось в 3,6 раза больше, чем у костра безостого. Это различие наиболее четко видно на примере отдельных растений. Если в фазу весеннего кушения отдельные экземпляры регнерии волокнистой имели по 15—17 побегов, то у костра безостого в этот период максимальное количество побегов равнялось 5—7. В период плодоношения наибольшее число побегов у растений регнерии волокнистой было почти в 7 раз больше, чем у костра безостого.

Таким образом, уже краткое знакомство с характером кушения костра безостого и регнерии волокнистой, растущих на каменноугольной золе с торфяным покрытием, позволяет сделать вывод, что подобные условия неблагоприятны для луговых растений. Регнерия, как растение сухих местообитаний, легче, чем костер безостый, выносит недостаточную влажность в условиях золоотвала, а поэтому более полно реализует свою способность к кушению.

Полученные нами данные совпадают с выводами Ф. М. Шубина и Г. В. Медведевских (1966), отмечающих высокую интенсивность кушения регнерии волокнистой на каменноугольной золе с различными покрытиями (опыты в вегетационных сосудах).

Высокую побегообразовательную способность проявляет и люцерна, образующая при выращивании на почве густой травостой. Как указывают Г. М. Добрынин (1950), А. И. Оборин, Г. И. Садовникова и другие (1957), П. В. Лебедев и Н. П. Углов (1961), Е. Я. Ильина (1963, 1964) и другие, количество побегов в кусте люцерны может быть различным и колебаться от 2—3 до 200—300, изменяясь с возрастом, сортом растений и в зависимости от местообитания. Авторы отмечают возрастание количества побегов у люцерны от первого года к четвертому.

Известно, что при выращивании на почве кушение люцерны в первый год жизни начинается примерно через месяц после всходов. Появляется боковой побег из пазушной почки простого листа.

Литературные данные о кушении люцерны на зольном субстрате таковы. С. Я. Беспрозвана (1964), М. В. Хамидулина (1964) отмечают, что в год посева она образует по 2 побега. При выращивании люцерны синегибридной на каменноугольной золе с почвенным покрытием в вегетационных сосудах в первый год жизни образуется до 8 побегов на одно растение (Шубин, Деева, 1964).

В нашем опыте во всех вариантах у люцерны синегибридной в первый год жизни кущения не было совсем, в то время как в контроле образовалось по 6—8 побегов на одно растение (Власова, 1964б). Это обусловлено бедностью золы элементами минерального питания и азотом, недостатком влаги и сильной загазованностью воздуха в районе проведения опытных работ.

Не отличались высокой интенсивностью кущения растения люцерны синегибридной и в последующие два года жизни. Так, на третий год опытные растения в период плодоношения имели в 3,1 раза меньше побегов, чем в контроле на почве, и в 5,5 раза меньше, чем на золе с почвенным покрытием, по данным С. Я. Беспрозвальной (1964).

Наиболее сильно кустились растения на 4-й год жизни. Уже с самого начала вегетации побегов было в 5 раз больше, чем у растений 3-го года жизни в этот же период. Количество побегов возрастало от фазы вегетации до начала цветения, а затем снижалось. Подобное же сезонное изменение побегообразования — возрастание количества побегов от фазы вегетации до фазы цветения — отмечено и на 5-й год жизни растений. Наибольшее количество живых побегов на одном растении, отмеченное в период бутонизации, равнялось 32.

Таким образом, все изучаемые луговые растения на зольном субстрате с торфяным покрытием, характеризуются низкой интенсивностью кущения, обусловленной неблагоприятными условиями среды.

Известно, что интенсивность кущения луговых растений зависит от ряда причин. Как отмечает С. П. Смелов (1966), это может быть связано с наследственной природой растений, их возрастом, фазой вегетации, а также с условиями внешней среды: разным количеством света, влаги и уровнем минерального питания. Подтверждением этому служат работы П. В. Лебедева, Н. С. Мельник и Т. А. Боровской (1964а), в опытах которых у костра безостого 2-го года жизни, не получившего подкормки азотом, образовалось в среднем на одно растение 64,5 побега, а в варианте с внесением большой золы азота — 153. По данным И. К. Киршина (1958), И. К. Киршина, А. А. Кадочниковой (1959) и других, костер безостый при внесении удобрений увеличивает энергию кущения. Подобные же данные приводит Г. П. Серая (1966). У полевицы белой под влиянием высокой дозы азота количество побегов увеличилось на 20%. А у регнерии волокнистой в подобных условиях количество побегов, образовавшихся за два года, равнялось 132,4 на одно растение, против 71,9 в опытах без внесения азота (Лебедев, 1963).

Чтобы выяснить зависимость интенсивности кущения изучаемых видов от разных условий минерального питания, был проанализирован ход этого процесса у растений на каменноугольной золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением. Получены следующие результаты.

Внесение в субстрат полного минерального удобрения одновре-

менно с торфом не оказало какого-либо влияния на кушение костра безостого и регнерии волокнистой в 1-й год жизни. Оба злака образовали в год посева только осевой побег. Это совпадает с выводами П. В. Лебедева, Н. С. Мельник, Т. А. Боровской (1964, 1964а). Они тоже отмечают, что и на почве в первый год жизни удобрения не увеличивают интенсивность кушения. В последующие годы реакция костра и регнерии на улучшение условий питания была неодинаковой. Влияние удобрений в нашем опыте оказалось не столь эффективным, как на почве. Если при выращивании на почве после внесения азота побегов образуется в 2,3 раза больше, чем в опытах без азота (Лебедев, Мельник, Боровская, 1964а), то у растений 2—3-го года жизни на золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением оказалось в 1,5—1,7 раза больше побегов, чем у растений на золе с торфом. В остальные годы разница в количестве побегов по вариантам опыта была незначительной.

Уменьшение эффективности действия минеральных удобрений в нашем опыте, очевидно, связано с недостаточной влажностью золы, так как по закону незаменимости факторов экологической среды для растений «...при внесении какого-либо фактора эффект получается только тогда, когда в остальных факторах нет недостатка»¹. Зависимость интенсивности кушения растений от влажности установлена также работами А. В. Колосовой (1947), С. П. Смелова, А. Р. Чепиковой, А. Ф. Любской (1947), А. В. Поправко (1952), Н. Г. Андреева (1961), Б. Т. Кирицкого и И. К. Киршина (1961), И. И. Колосова (1962), Н. З. Станкова (1964), П. В. Лебедева (1966), Г. П. Серой (1966), Т. С. Чибрик и М. С. Бабец (1966) и других.

Подтверждением этому служат и данные об интенсивности кушения костра безостого, росшего на золе с полным минеральным удобрением, где влажность золы была более высокой, чем в остальных вариантах опыта. Отдельные растения костра безостого здесь уже в 1-й год жизни перешли к кушению, образовав по одному боковому побегу. На 2-й год среднее количество живых побегов у костра безостого на золе с минеральным удобрением было в 2 раза больше, чем на золе с торфяным покрытием, и в 1,3 раза больше, нежели на золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением.

Таким образом, улучшение каменноугольной золы как субстрата для выращивания растений внесением минеральных удобрений при относительно благоприятном водном режиме способствует увеличению интенсивности кушения костра безостого.

Более заметным было влияние удобрений на кушение регнерии волокнистой. Уже на 2-й год жизни к началу колошения среднее число побегов у растений на золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением оказалось в 2 раза больше, чем на золе с торфяным покрытием. Резко выраженной паузы в кушении рег-

¹ В. Р. Вильямс. Сочинения. Т. 1. М., Сельхозгиз, стр. 237.

нерии волокнистой 2-го года жизни не было. Увеличение количества побегов шло в течение всего периода наблюдений. Начиная с 3-го года жизни, в побегообразовании регнерии волокнистой отмечается пауза между двумя периодами интенсивного кушения. В фазе плодоношения на 3-м году жизни растений на золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением у регнерии волокнистой было в 7 раз больше побегов, чем у костра беззостого, 4-й год жизни характеризовался снижением интенсивности кушения. Количество побегов уменьшилось против третьего года в 2 раза и лишь немного превышало количество побегов у костра беззостого. На 5-й год жизни число побегов снова возросло и в период плодоношения их стало в 3,5 раза больше, чем у костра беззостого.

О неодинаковой реакции костра беззостого и регнерии волокнистой на улучшение условий минерального питания свидетельствуют и данные о максимальном количестве побегов, зафиксированные у отдельных растений в разные годы жизни. Так, у одного растения костра беззостого 3-го года жизни наибольшее количество побегов в период плодоношения равнялось 6, а отдельные экземпляры регнерии волокнистой имели 43—56 побегов, т. е. в 7—9 раз больше. То же самое наблюдалось и в последующие годы: на 4-й год максимальное количество побегов у костра беззостого равнялось 13, у регнерии волокнистой — 26. В 3—3,5 раза больше было и максимальное количество побегов у растений регнерии на 5-й год жизни. Полученные данные подтверждают вывод С. С. Шаина (1959) о высокой пластичности регнерии волокнистой, что имеет особенно важное значение при выращивании ее на золоотвале.

Наши данные позволяют заключить, что установленная рядом авторов (Смелов, Чепикова, Любская, 1947; Смелов, 1951; Ларин, Матвеева, Сырокомская, 1955; Андреев, 1961; Лебедев, Мелкин, Боровская, 1964а; Лебедев, Мельник, Серая, Чибрик, Бабец, 1966 и др.) зависимость между уровнем питания, в частности, азотного, и интенсивностью кушения растений, подтвердилась и в условиях зольного субстрата. Влияние удобрения, внесенного при посеве, и ежегодных подкормок положительно сказалось на усилении побегообразовательной способности растений, выращиваемых на таком специфическом субстрате, как каменноугольная зола. Лучшее всего реагировали на улучшение минерального питания растения регнерии волокнистой. Кушение в условиях повышенной влажности также шло более интенсивно.

Что касается люцерны синегибридной, то внесение минеральных удобрений не оказало заметного влияния на ее кушение в первые три года. Количество побегов в обоих вариантах опыта было примерно одинаковым. Только на 4-й и 5-й год жизни растения на золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением кустились более интенсивно, чем на золе с торфом.

Общеизвестно, что в ходе кушения у луговых растений формируются побеги, морфологически различающиеся между собой: вегетативные (укороченные и удлиненные) и генеративные. При-

чем, на общую энергию кущения и на соотношение побегов разных типов большое влияние оказывает режим питания растений (Киршин, Кадочникова, 1959; Лебедев, 1963, 1966; Серая, 1966 и другие). Внесение удобрений, в частности, азотных, приводит к увеличению абсолютного количества генеративных побегов в травостое.

Полученные в наших опытах результаты по этому вопросу сведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние условий произрастания на переход побегов в генеративное состояние (в среднем на 1 растение)

Культура	Год жизни							
	2-й		3-й		4-й		5-й	
	Число генеративных побегов	% генеративных побегов от общего количества	Число генеративных побегов	% генеративных побегов от общего количества	Число генеративных побегов	% генеративных побегов от общего количества	Число генеративных побегов	% генеративных побегов от общего количества
Костер безостый	— 1,0	— 33,3	0,4 1,2	40,0 38,7	0,3 1,8	10,0 40,0	0,9 2,1	24,4* 32,8
Регнерия волокнистая	2,3 3,2	35,0 23,0	2,3 5,8	25,8 20,2	2,7 3,2	42,1 44,7	5,3 8,2	21,2 30,4
Люцерна синегибридная	4,1 4,0	80,4 95,2	4,4 —	77,1 —	6,6 8,4	63,0 75,8	11,6 10,8	85,2 87,0

* В числителе — на золе с торфяным покрытием; в знаменателе — на золе с торфяным покрытием и NPK.

Как видно из табл. 1, внесение полного минерального удобрения под луговые растения при выращивании их на каменноугольной золе так же, как и на почве, приводит к увеличению числа побегов, перешедших в генеративное состояние. Однако доля их в общем количестве побегов изменяется незначительно. Причем влияние удобрений на переход побегов в генеративное состояние сказывается сильнее у костра безостого и люцерны синегибридной и слабее у регнерии волокнистой.

Условия зольного субстрата повлияли и на количество листьев, образующихся у растений, и на их площадь.

Площадь листовой поверхности — один из основных признаков, определяющих продуктивность растений. Причем продуктивность отдельных видов луговых растений обуславливается не столько различной энергией их фотосинтеза, сколько разной степенью развития фотосинтезирующего аппарата, главным образом, листьев (Уайт, 1949; Кружилин, 1954; Демолон, 1961 и другие). Л. М. Закман

(1961) утверждает, что в условиях обильного снабжения растений азотом листья более полно поглощают солнечную энергию и создают больше органического вещества.

О размерах листовой поверхности луговых растений в литературе приведены следующие данные. У злаковых видов ассимилирующая поверхность листовых пластинок в фазу цветения в полевых условиях в 4—5 раз больше площади питания (Лебедев, Мельник, Боровская, 1963), а в фазу колошения равняется 5—9 м² на 1 м² площади (Алексеев, Мартынова, 1964). У люцерны колебания площади листовой поверхности довольно значительны — от 0,767 до 3,435 м² на 1 м² площади, по данным И. В. Ларина и Т. Р. Годлевской (1949), и от 2,2 до 17,5 м² на 1 м² почвы, по данным Алексеев Л. Н. (1958). Установлено, что для получения высоких урожаев площадь листьев в травостое должна составлять от 30 до 40—50 тысяч м² на один гектар (Ничипорович, 1956; Ничипорович, Чмора, 1960; Ничипорович, Строганова, Чмора, Власова, 1961).

Поскольку главную роль в фотосинтезе играют листья, мы в своей работе ограничились определением фотосинтезирующей поверхности листовых пластинок у изучаемых видов растений, проводя ее определение как по фазам вегетации, так и по годам жизни (табл. 2, 3).

Изучение сезонного изменения количества листьев и площади листовых пластинок в условиях нашего опыта дало следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

Сезонная динамика количества листьев и площади листовых пластинок у луговых растений 5-го года жизни (в среднем на 1 растение)

Виды растений	Фазы развития					
	Вегетация		Цветение		Плодоношение	
	Количество листьев	Площадь листовых пластинок, см ²	Количество листьев	Площадь листовых пластинок, см ²	Количество листьев	Площадь листовых пластинок, см ²
Костер безостый	29 33	111,7 220,5	31 71	121,1 407,5	54 110	195,8* 489,9
Регнерия волокнистая	21 21	50,8 27,9	51 59	68,8 134,0	106 179	228,4 305,6
Люцерна синегридная	263 243	521,1 633,9	453 587	475,2 687,9	366 299	303,8 233,6

* В числителе — на золе с торфяным покрытием; в знаменателе — на золе с торфяным покрытием и NPK.

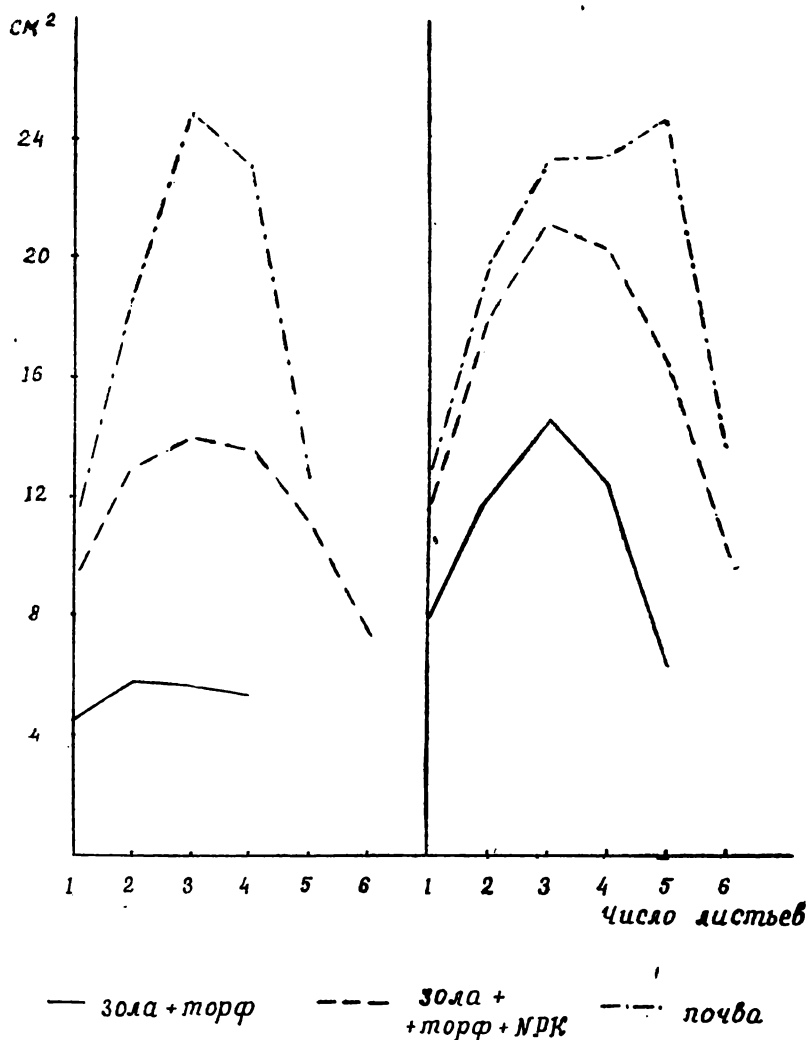


Рис. 1. Ярусное изменение площади листовых пластинок на удлиненной части генеративных побегов костра безостого 4—5-го года жизни.

У злаковых видов количество листьев увеличивается в течение всего вегетационного периода. У люцерны синегибридной оно закономерно возрастает в первый период вегетации и уменьшается после фазы цветения. Последнее объясняется тем, что идущий в течение всего вегетационного периода процесс опадения листьев, особенно сильный в условиях золоотвала, становится еще большим во время завязывания плодов.

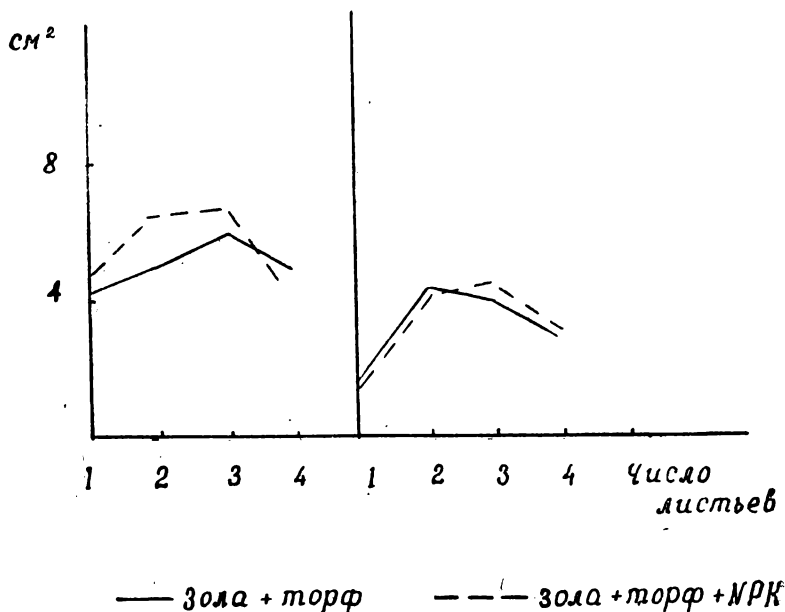


Рис. 2. Ярусное изменение площади листовых пластинок генеративных побегов регнерии волокнистой 4—5-го года жизни.

Соответственно изменению количества листьев изменяется и площадь фотосинтезирующей поверхности растений. У злаковых видов площадь листовых пластинок в среднем на одно растение возрастает в течение всего вегетационного периода, у люцерны наибольшая площадь листовых пластинок приходится на фазу цветения (табл. 2).

Под влиянием минеральных удобрений у всех видов изучаемых растений происходило возрастание как количества листьев, так и их площади. Однако увеличение числа листьев в течение вегетационного периода у разных видов по-разному. Так, у костра безостого в период плодоношения количество листьев на одно растение было в 3,3 раза больше, чем в период весеннего кущения. У регнерии волокнистой в этот же период листьев оказалось больше почти в 15 раз, а у люцерны синегибридной всего в 1,2 раза, что совпадает с закономерностью увеличения количества побегов у отдельных видов растений, происходящей под влиянием минеральных удобрений. Отмирание листьев у люцерны наиболее сильное в период плодоношения и особенно ярко выраженное у растений на золе с торфом и НРК, приводит лишь к незначительному возрастанию их количества в период плодоношения, по сравнению с периодом весеннего кущения.

Изменение линейных размеров, а, следовательно, и площади листовых пластинок луговых злаков в зависимости от условий пита-

ния наиболее заметно при анализе ярусного изменения площади листовых пластинок. Н. П. Кренке (1940) установил, что изменчивость морфологических признаков на побеге выражается одновершинной параболической кривой, форма которой определяется возрастом. С. О. Гребинский (1961), И. Г. Серебряков (1952), Д. А. Сабинин (1963) и другие отмечают, что гетерофиллия в пределах годичного побега, помимо возраста, определяется также наследственной природой растения и условиями питания.

Нами прослежен ход изменения площади листовых пластинок на удлинённой части генеративных побегов костра безостого и регнерии волокнистой (рис. 1, 2). Установлено, что ярусное изменение площади листовых пластинок на удлинённой части генеративных побегов озимого и ярового типа развития выражается параболическими кривыми. При этом число листьев на генеративных побегах находится в зависимости от условий произрастания. Под влиянием минеральных удобрений на генеративных побегах костра безостого число листьев возрастает, а у регнерии волокнистой остается одинаковым в обоих вариантах опыта. Особенно же заметно влияние улучшенного питания на величину листовых пластинок.

Однако, несмотря на значительное увеличение площади листовых пластинок и количества листьев у изучаемых видов злаков, происходившее под влиянием минеральных удобрений, они оставались ниже, чем в контроле, и не только для отдельно взятого побега, но и для растения в целом. Так, в период весеннего кущения количество листьев у костра безостого 5-го года жизни, выращиваемого на почве, было в 1,2 раза, а в период плодоношения в 2,5 раза больше, чем у одного растения на золе с торфом и НРК. У контрольных растений люцерны синегибридной в период весеннего кущения количество листьев было несколько меньше, чем у опытных. Но к фазе плодоношения оно превысило количество листьев у растений в золе с торфяным покрытием в 2,4 раза, а на золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением — в 2,9 раза.

Прослеживается и возрастная динамика количества листьев и площади листовых пластинок у разбираемых растений (табл. 3).

Как и при анализе сезонной динамики, видно влияние условий культуры на количество листьев и площадь листовых пластинок. Так, у костра безостого на золе с торфяным покрытием и полным минеральным удобрением количество листьев было больше, чем у выращиваемого на золе с торфом в 2,8, 1,9 и 2,4, а у регнерии в 1,8, 1,3 и 1,8 раза соответственно в 3-й, 4-й и 5-й год жизни.

Еще более заметной оказалась разница в названных величинах у растений в опыте и в контроле. На золе с торфом количество листьев у костра безостого третьего года жизни было в 4,6, четвертого — в 7,9 раза меньше, чем в контроле. На золе с торфом и НРК — в 1,6 и 4,2 раза меньше соответственно вышеуказанным годам. На пятый год жизни разница в количестве листьев стала менее резкой, что объясняется увеличением интенсивности кущения растений в опыте.

Таблица 3

Возрастная динамика количества листьев и площади листовых пластинок луговых растений (в среднем на 1 растение, фаза цветения)

Виды растений	Год жизни					
	3-й		4-й		5-й	
	Количество листьев	Площадь листовых пластинок, см ²	Количество листьев	Площадь листовых пластинок, см ²	Количество листьев	Площадь листовых пластинок, см ²
Костер безостый	4,6 13,2	33,2 109,5	7,4 14,0	49,4 121,3	31,0 71,0	121,1* 407,5
Регнерия волокнистая	10,2 18,8	22,4 51,6	16,5 21,2	47,4 67,1	51,0 59,0	68,6 134,0
Люцерна синегибридная	105,0 201,0	—	136,0 232,0	—	458,0 587,0	475,2 687,3

* В числителе — на золе с торфяным покрытием; в знаменателе — на золе с торфяным покрытием и NPK.

Фотосинтезирующая, поверхность растений, образующаяся на единицу поверхности субстрата, определялась весовым методом (табл. 4). Предварительно измерялась площадь 1 г сырых и высушенных до воздушно-сухого состояния листьев по методике Л. Н. Алексеенко (1959, 1965).

Таблица 4

Индекс листовой поверхности растений 5-го года жизни

Вариант опыта	Вегетация			Цветение			Плодоношение		
	Костер	Регнерия	Люцерна	Костер	Регнерия	Люцерна	Костер	Регнерия	Люцерна
Зола + торф	1,1	2,1	1,0	2,1	2,0	2,0	1,4	2,6	1,6
Зола + торф + NPK	1,6	2,8	2,8	2,2	2,5	3,0	2,2	4,4	1,9
Почва	1,3	—	2,7	5,1	—	4,3	8,1	—	4,5

На золе с торфяным покрытием максимальная площадь всех листьев у костра безостого и люцерны синегибридной была в период цветения, а у регнерии волокнистой — в фазе плодоношения. Видно положительное влияние минеральных удобрений на величину фотосинтезирующей поверхности. Однако реакция растений на удобрения оказалась различной. Так, у костра безостого под влиянием минеральных удобрений площадь почти не возросла (2,2 м² —

на золе с торфом и NPK и 2,1 м² — на золе с торфом), у люцерны же синегридной она увеличилась в 1,5 раза, а у регнерии волокнистой — в 1,7 раза.

У регнерии волокнистой, имеющей из всех изучаемых видов наибольшую интенсивность кущения в летне-осенний период, величина фотосинтезирующей поверхности в период плодоношения выросла до 4,4 м² на 1 м² поверхности субстрата или 44 тыс. м² на 1 га на золе с торфом и NPK.

Следовательно, улучшая режим питания, можно и на каменноугольной золе получить травостой с величиной фотосинтезирующей поверхности, рекомендуемой как оптимальная для растений, выращиваемых на почве.

Таким образом, изучение побегообразования и динамики листовой поверхности луговых растений на каменноугольной золе показало следующее.

1. Кущение растений на каменноугольной золе ослаблено. В первый год жизни они образуют только осевой побег и лишь в условиях более благоприятного увлажнения отдельные растения переходят к кущению. Внесение полного минерального удобрения вместе с торфом положительно сказывается на кущении луговых растений, увеличивает количество побегов, перешедших в генеративное состояние. В условиях зольного субстрата из рассмотренных видов наиболее полно реализуют свою способность к кущению растения регнерии волокнистой.

2. Сезонная динамика качества листьев и их площади у злаковых видов выражается в закономерном увеличении показателей в течение вегетационного периода: у костра на золе с торфом количество листьев возросло с 29 до 54, у регнерии — с 21 до 106. У люцерны отмечается возрастание количества листьев с 263 до 453 в первый период вегетации и сокращение до 366 после цветения. Количество листьев и их площадь увеличивались в течение 5 лет наблюдений.

Под влиянием минеральных удобрений оба показателя возрастают, но остаются ниже, чем в контроле.

3. Низкая интенсивность кущения, малое количество листьев на растениях обусловили малую площадь фотосинтезирующей поверхности их на единице площади. У костра беззостого максимальная площадь равна 2,2 м² против 8,1 м² — в контроле; у люцерны — 3,0 и 4,5 м² в опыте и в контроле.

Наибольшая величина фотосинтезирующей поверхности у растений на золе отмечена у регнерии и равна 4,4 м² на квадратный метр площади.

Следовательно, луговые растения, попав в неблагоприятные условия среды, снижают интенсивность кущения, уменьшают число и площадь листовых пластинок, но тем не менее создают достаточно развитый травостой, закрепляющий поверхность золы. Все рассмотренные виды могут быть рекомендованы для целей биологической рекультивации золоотвалов.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев Л. Н., 1959. К методике определения площади листьев многолетних трав.— Докл. ВАСХНИЛ, вып. 9.
- Алексеев Л. Н., 1965. Весовой метод определения листовой поверхности луговых растений и луговых сообществ.— Бот. журн., т. 50, № 2.
- Андреев Н. Г., 1961. Луговое хозяйство. М., Гос. изд-во с.-х. литературы.
- Арефьева М. С., 1958. Регнерия Омская. Бюл. научно-технич. информации СибНИИСХоза, № 3.
- Беспрозванна С. Я., 1964. Наблюдения за ростом и развитием люцерны синегрибной на золототвалах. Зап. Свердловского отд. ВБО, вып. 3.
- Вильямс В. Р., 1941. Сочинения, т. 1, Почвоведение. М., Сельхозгиз.
- Виноградов Н. П., Голицин С. В., 1953. Пырей мочковатый.— «Селекция и семеноводство», № 2.
- Власова Г. М., 1964а. Особенности развития многолетних растений на Березниковском золототвале.— В сб.: Охрана природы на Урале, вып. IV. Свердловск.
- Власова Г. М., 1964б. Рост и развитие растений 2-го года жизни на золототвале Березниковской ТЭЦ № 4.— В сб.: Растения и промышленная среда. Свердловск.
- Демолон А., 1961. Рост и развитие культурных растений. М., Сельхозгиз.
- Дмитриев А. М., 1948. Луговое хозяйство с основами луговедения. М., Сельхозгиз.
- Добрынин Г. М., 1950. К вопросу о получении семян люцерны в 1-й год ее жизни в условиях Ленинградской и смежных с нею областей.— Зап. Ленинградского с.-х. ин-та, вып. 6.
- Жеребина З. Н., 1930—1931. Опыт ботанико-агрономического изучения ковра безостого.— Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 25.
- Закман Л. М., 1961. Влияние удобрений на фотосинтез и урожай растений в условиях Крайнего Севера.— Бот. журн., т. 46, № 7.
- Ильина Е. Я., 1963. Биологические основы культуры люцерны в Свердловской области. Вторая межвузовская научно-отчетная конференция «Университеты — сельскому хозяйству». Тезисы докладов. ЛГУ.
- Ильина Е. Я., 1964. Сезонная и возрастная динамика побегообразования люцерны синегрибной.— Зап. Свердловского отд. ВБО, вып. 3.
- Киришин И. К., 1958. Побегообразование и генеративное развитие у ковра безостого.— Бюл. научно-технич. информации УралНИИСХоза, № 4.
- Кирицкий Б. Т., Киришин И. К., 1961. Агротехника ускоренного размножения семян лугопастбищных трав.— В сб.: Новое в кормопроизводстве. Свердловск.
- Колосов И. И., 1962. Поглощительная деятельность корневых систем растений. М., АН СССР.
- Колосова А. В., 1947. К вопросу о травосмесях для кормовых севооборотов.— В сб.: Вопросы кормодобычания. М., Сельхозгиз.
- Корякина В. Ф., 1951. Сравнительное эколого-физиологическое изучение многолетних трав в чистом и смешанном посеве (сообщ. 4). Рост и развитие люцерны, овсяницы и ковра в зависимости от густоты стояния.— Тр. ботан. ин-та. АН СССР, сер. 4, вып. 8, М.—Л.
- Корякина В. Ф., 1964. Особенности роста и развития многолетних кормовых растений. М.—Л., «Наука».
- Косенко Г. М., 1954. Ковёр безостый — ценная кормовая культура. Куйбышев.
- Кружилин А. С., 1954. Биологические особенности орошаемых культур. М., Сельхозгиз.
- Ларин И. В., Годлевская Т. Р., 1949. Структура урожая многолетних трав.— Бот. журн., т. 34, № 6.
- Ларин И. В., Матвеева Е. П., Сырокомская И. В., 1955. Динамика развития луговой растительности Калининградской области.— Тр. Ботан. ин-та. Сер. 3, вып. 10.

- Ларин И. В., 1964. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. Л., «Колос».
- Лебедев П. В., 1957. Биология и продуктивность кормовых растений, перспективных для введения в культуру. — Уч. зап. УрГУ, вып. 5, биология.
- Лебедев П. В., 1960. Влияние размещения компонентов травосмеси на ее урожай. — Бот. журн. т. 45, № 6.
- Лебедев П. В., 1959. Многолетние травы, перспективные для культуры в лесостепном Зауралье. — Тр. Ботан. ин-та. АН СССР, сер. 6, вып. 7. М. — Л.
- Лебедев П. В., Углов Н. П., 1961. Биология и агротехника лугопастбищных трав. Свердловск.
- Лебедев П. В., 1963. Влияние азотного питания и интенсивности света на коррелятивные связи в росте побегов и корней луговых злаков. — «Физиология растений», т. 10, вып. 3.
- Лебедев П. В., Мельник Н. С., Боровская Т. А., 1963. Кущение луговых злаков и влияние внешней среды. Вторая межвузовская научно-отчетная конференция «Университеты — сельскому хозяйству». Тезисы докладов. ЛГУ.
- Лебедев П. В., Мельник Н. С., Боровская Т. А., 1964. Влияние высоких доз азота на кущение и продуктивность луговых злаков. — В сб.: Физиологическое обоснование системы питания растений. М., «Наука».
- Лебедев П. В., Мельник Н. С., Боровская Т. А., 1964а. Влияние уровня азотного питания на кущение и продуктивность луговых злаков. — Зап. Свердловского отдела. ВБО, вып. 3.
- Лебедев П. В., 1966. Морфогенез луговых злаков и условия внешней среды. Автореферат докторской диссерт., Пермь.
- Лебедев П. В., Мельник Н. С., Серая Г. П., Чибрик Т. С., Бабеев М. С., 1966. Морфогенез побегов луговых злаков и условия внешней среды. — Зап. Свердловского отдела. ВБО, вып. 4, Свердловск.
- Маркова С. А., 1955. О средообразующей роли луговых злаков. Ученые записки Казанского ун-та им. Ульянова-Ленина, т. 115, кн. 8, Казань.
- Ничипорович А. А., 1957. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. М., АН СССР.
- Ничипорович А. А., Чмора С. Н., 1960. Радиационные режимы посевов сельскохозяйственных культур и вопросы их водоснабжения и засухоустойчивости. В кн.: Физиология устойчивости растений (морозоустойчивость, засухоустойчивость, солеустойчивость). М., АН СССР.
- Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П., 1961. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М., АН СССР.
- Оборин А. И., Слобникова Г. И. и др., 1957. Возделывание люцерны в Пермской области. Пермь. Овеснов А. М., 1959. Новые кормовые травы в Пермской области. Пермь.
- Пленник Р. Я., 1954. Биологические особенности и хозяйственное значение нового кормового растения регнерии волокнистой — *Roegneria fibrosa* Schrenk) Nevski. Канд. диссерт. Новосибирск.
- Понятовская В. М., 1942. К вопросу об устойчивых многолетних злаково-бобовых травосмесях. — «Советская ботаника», № 4—5.
- Поправко А. В., 1952. Некоторые особенности развития злаковых многолетних трав. — «Агробиология», № 4.
- Рожевиц Р. Ю., 1937. Злаки. М., Сельхозгиз.
- Сабчин Д. А., 1963. Физиология развития растений. М., АН СССР.
- Серая Г. П., 1966. Морфогенез побегов белой полевицы (*Agrostis alba* L.) в зависимости от влажности почвы и уровня азотного питания. — Научные доклады высшей школы. Биологические науки, № 3.
- Серебряков И. В., 1952. Морфология вегетативных органов высших растений. М., «Сов. наука».
- Серебрякова Т. И., 1960. О двух формах кущения у костра безостого в первый год жизни. — Бюл. МОИП, т. 65, № 5.
- Серебрякова Т. И., 1962. К вопросу о побегообразовании и кущении у злаков. — Бот. журн. т. 47, № 3.
- Серебрякова Т. И., 1964. Формирование куста и клона у костра безостого *Bromus inermis* Leyss. — Бот. журн., т. 49, № 1.

Смелов С. П., 1947. Биологические основы луговодства. М., Сельхозгиз.
Смелов С. П., Чепикова А. Р., Любская А. Ф., 1947. Новые данные в изучении биологии луговых трав.— В сб.: Вопросы кормодобывания. М., ОГИЗ — Сельхозгиз.

Смелов С. П., 1951. Сведения о биологии луговых трав. В кн.: Многолетние травы в лугопастбищных севооборотах. М., Сельхозгиз.

Смелов С. П., 1966. Теоретические основы луговодства. М., «Колос».

Смирнов В. А., 1945. Костер безостый. Канд. диссерт., Пушкин.

Соболева М. А., 1958. Продуктивность травосмесей с участием регнерии и лядвенца.— Тр. Горьковского с.-х. ин-та, т. 9. Горький.

Соловьева Н. А., 1958. Формирование и развитие побегов и куста некоторых корневищных злаков пойменных лугов среднего течения р. Оки. Канд. диссерт. М.

Станков Н. З., 1964. Корневая система полевых культур. М., «Колос».

Степанов В. Н., 1958. Особенности развития многолетних злаковых трав.— Изв. Тимирязевской с.-х. акад., вып. 36, № 2.

Суворова Т. Н., 1959. Кущение злаков.— Бот. журн., т. 44, № 9.

Уайт Р., 1949. Возделывание сельскохозяйственных растений и окружающая среда. М.,

Хамидулина М. В., 1964. Особенности роста и развития многолетних растений на плотных золоотвалах.— В сб.: Растения и промышленная среда. Свердловск.

Чибрик Т. С., Бабец М. С., 1966. Особенности морфогенеза побегов костра безостого (*Bromus inermis*) в зависимости от влажности почвы.— Зап. Свердловского отд. ВБО, вып. 4. Свердловск.

Шайн С. С., 1959. О продвижении регнерии волокнистой в районы Европейской части СССР.— Тр. БИН, АН СССР, сер. 6, вып. 7.

Шенников А. П., 1941. Луговедение, ЛГУ.

Шубин Ф. М., Деева Н. М., 1964. Биологические особенности овсяницы луговой и люцерны синегридной при выращивании на каменноугольной золе в вегетационных сосудах.— Зап. Свердловского отд. ВБО, вып. 3.

Шубин Ф. М., Медведевских Г. В., 1966. Биологические особенности регнерии волокнистой при выращивании ее на каменноугольной золе в вегетационных сосудах.— В сб.: Растительность и промышленные загрязнения. Свердловск.
